

CATALYST OF OLEFIN LOW POLYMERIZATION AND LOW POLYMERIZATION OF OLEFIN**Publication number:** JP8325317**Publication date:** 1996-12-10**Inventor:** OGURI MOTOHIRO; AOYAMA TAKAMITSU; MIMURA HIDEYUKI; KOIE YASUYUKI**Applicant:** TOSOH CORP**Classification:****- international:** **C08F4/69; C08F4/60; C08F4/00;** (IPC1-7): C08F4/69**- European:****Application number:** JP19950135136 19950601**Priority number(s):** JP19950135136 19950601[Report a data error here](#)**Abstract of JP8325317**

PURPOSE: To obtain the subject catalyst comprising a chromium compound, an alkyl metal compound and a specific Lewis acid, capable of carrying out low polymerization reaction in extremely high activity.

CONSTITUTION: This catalyst for low polymerization for an olefin comprises (A) a chromium compound, (B) an alkyl metal compound and (C) a Lewis acid of the formula $M(Ar)_1$ ((I) is 2-4; M is an element of the group IIB, IIIB or IV B group of the periodic table; Ar is an aryl) such as tris (pentafluorophenyl) boron. Preferably the component A is a compound of the formula $CrAmBn$ (m is 1-6; n is 0-4; A is a 1-20C alkyl, alkoxy, carboxyl, & beta -diketonate, etc.; B is a nitrogen-containing compound, a phosphorus-containing compound, an arsine- containing compound, etc.), the component B is a compound of the formula $M'RpXq$ (P is $0 < p \leq 3$; q is $0 \leq q < 3$, p+q is 1-3; M' is lithium, magnesium, zinc, etc.; R is a 1-10C alkyl; X is H, an alkoxy, aryl, etc.), the olefin is ethylene and a main component substance is 1-hexene.

.....
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-325317

(43)公開日 平成8年(1996)12月10日

| | | | | |
|--------------------------|-------|--------|--------------|--------|
| (51)Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| C 0 8 F 4/69 | M F G | | C 0 8 F 4/69 | M F G |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

| | | | |
|----------|----------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平7-135136 | (71)出願人 | 000003300 東ソー株式会社 山口県新南陽市開成町4560番地 |
| (22)出願日 | 平成7年(1995)6月1日 | (72)発明者 | 小栗 元宏 三重県四日市市別名6-7-8 |
| | | (72)発明者 | 青山 陸充 三重県四日市市羽津乙129 |
| | | (72)発明者 | 三村 英之 三重県四日市市羽津乙129 |
| | | (72)発明者 | 鯉江 泰之 三重県員弁郡東員町城山2-26-14 |

(54)【発明の名称】 オレフィン低重合用触媒及びそれを用いたオレフィンの低重合方法

(57)【要約】

【目的】 オレフィンの低重合反応、特にエチレンから L L D P E の原料モノマーとして有用な 1-ヘキセンを効率よく製造し得る工業的に有利な触媒系を提供する。

【構成】 クロム化合物、アルキル金属化合物及び下記一般式(1)

$$M(Ar)_l \quad (1)$$

(式中、lは2～4の整数である。Mは周期律表第ⅠB、ⅡB又はⅢB族の元素である。Arはアリール基を表し、l個のArはそれぞれ同一又は異種アリール基でもよい) で示されるルイス酸からなるオレフィン低重合用触媒及びそれを用いたオレフィンの低重合方法。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 クロム化合物、アルキル金属化合物及び下記一般式(1)

$M(Ar) \quad (1)$

(式中、1は2～4の整数である。Mは周期律表第11B、111B又は1VB族の元素を表し、Arはアリール基からなる群より選ばれた1種以上を表す)で示されるルイス酸からなるオレフィン低重合用触媒。

【請求項2】 ルイス酸がトリス(ペンタフルオロフェニル)ボロンであることを特徴とする請求項1に記載のオレフィン低重合反応用触媒。

【請求項3】 クロム化合物が下記一般式(2)

$CrA_nB_m \quad (2)$

(式中、mは1～6の整数であり、nは0～4の整数である。Aは炭素数1～20のアルキル基、アルコキシ基、カルボキシル基、β-ジケトナート基、β-ケトエステル基及びアミド基、ハロゲン原子、硝酸基、硫酸基並びに酸素からなる群より選ばれた1種以上を表し、Bは酸素含有化合物、リン含有化合物、ヒ素含有化合物、アンチモン含有化合物、酸素含有化合物及び硫黄含有化合物からなる群より選ばれた1種以上を表す)で示される化合物であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のオレフィン低重合用触媒。

【請求項4】 アルキル金属化合物が下記一般式(3)

$M^*R_pX_q \quad (3)$

(式中、pは0<p≤3であり、qは0≤q<3であって、しかもp+qは1～3である。M*はリチウム、マグネシウム、亜鉛、ボロン又はアルミニウムを表し、Rは炭素数1～20のアルキル基からなる群より選ばれた1種以上を表し、Xは酸素原子、アルコキシ基、アリール基及びハロゲン原子からなる群より選ばれた1種以上を表す)で示される化合物であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のオレフィン低重合用触媒。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4に記載のオレフィン低重合用触媒の存在下で、オレフィンを低重合することを特徴とするオレフィンの低重合方法。

【請求項6】 オレフィンがエチレンであり、主生成物が1-ヘキセンであることを特徴とする請求項5に記載のオレフィンの低重合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、クロム化合物、アルキル金属化合物及びルイス酸からなるオレフィン低重合用触媒、及びこれを用いたオレフィンの低重合方法に関する。さらに詳しくは、特にエチレンから線状低密度ポリエチレン(LLDPE)の原料モノマーとして有用な1-ヘキセンを効率よく製造するエチレンの低重合用触媒、及びこれを用いたエチレンの低重合方法に関する。

2

【0002】

【従来の技術】 エチレン等のオレフィンを低重合して1-ヘキセンを製造する反応において、クロム触媒を用いることは公知である。例えば、米国特許第3347840号明細書及び特開昭62-265237号公報には、クロム化合物とポリヒドロカルビルアルミニウムオキシドからなる触媒系が開示されている。また、特開平6-239920号公報には、クロム化合物、ピロール含有化合物、金属アルキル及びハライドからなる触媒系が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、米国特許第3347840号明細書及び特開昭62-265237号公報に記載の方法では、一定の物性を有するポリヒドロカルビルアルミニウムオキシドを再現性よく合成することが難しい、保存安定性に乏しい等、触媒の再現性の点で問題があった。また低重合反応終了時に密クロム触媒の処理を必要とするが、主触媒金属であるクロムは構造によっては極めて毒性が強い化合物を作る。それ故、安全性の面から、クロム金属の使用量をできるだけ少なくする必要があるが、前記記載の方法では触媒活性が十分でなく、クロム金属を大量に用いなければならないという問題もあった。

【0004】 また、特開平6-239920号公報に記載の方法は、不安定なポリヒドロカルビルアルミニウムオキシドを用いない点で優れており、触媒活性もかなり改善されているが、工業的な製造方法としてはまだ十分なものではなかった。

【0005】 本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的はオレフィンの低重合反応、特にエチレンからLLDPEの原料モノマーとして有用な1-ヘキセンを効率よく製造し得る工業的に有利な触媒系を提供することにある。また、上記オレフィン低重合反応用触媒を用いて行うオレフィンの低重合方法に関する。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、上記の課題を解決するため鋭意検討を行った。その結果、クロム化合物、アルキル金属化合物及び特定のルイス酸からなる触媒を用いてオレフィンの低重合反応を行うと非常に高い活性で低重合反応が進行することを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】 即ち本発明は、クロム化合物、アルキル金属化合物及び下記一般式(1)

$M(Ar) \quad (1)$

(式中、1は2～4の整数である。Mは周期律表第11B、1111B又は1VB族の元素を表し、Arはアリール基からなる群より選ばれた1種以上を表す)で示されるルイス酸からなるオレフィン低重合用触媒、及びこの触媒の存在下にオレフィンを低重合する方法に関する。

3

【0008】次に、本発明について更に詳しく説明する。

【0009】本発明において使用されるルイス酸は、下記一般式(1)

M(Ar)₃ (1)

(式中、1は2~4の整数である。Mは周期律表第11B、111B又は1VB族の元素を表し、Arはアリール基からなる群より選ばれた1種以上を表す)で示される。

【0010】アリール基としては、特に限定するものではないが、例えば、フェニル基、トリフルオロメチルフェニル基、フルオロフェニル基、ジフルオロフェニル基、トリフルオロフェニル基、テトラフルオロフェニル基、ペンタフルオロフェニル基等が挙げられる。

【0011】上記一般式(1)で示されるルイス酸としては、トリス(2-フルオロフェニル)ボロン、トリス(3-フルオロフェニル)ボロン、トリス(4-フルオロフェニル)ボロン、トリス(2, 4-ジフルオロフェニル)ボロン、トリス(2, 5-ジフルオロフェニル)ボロン、トリス(2, 6-ジフルオロフェニル)ボロン、トリス(2, 4, 5-トリフルオロフェニル)ボロン、トリス(2, 4, 6-トリフルオロフェニル)ボロン、トリス(ペンタフルオロフェニル)ボロン、ビス(ペンタフルオロフェニル)亜鉛、トリス(ペンタフルオロフェニル)アルミニウム、テトラキス(ペンタフルオロフェニル)ゲルマニウム、テトラキス(ペンタフルオロフェニル)スズ、トリス(4-トリフルオロメチルフェニル)ボロン、トリフェニルボロン、ジフェニル亜鉛、トリフェニルアルミニウム、テトラフェニルゲルマニウム、テトラフェニルスズ等が挙げられる。

【0012】これらのうち入手の容易さ及び活性の面からトリス(ペンタフルオロフェニル)ボロンが好ましく用いられる。これらのルイス酸は単独で使用し得るのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。

【0013】ルイス酸の使用量は、低重合反応活性を向上させるため、クロム化合物1モルに対して1~2、0.00当量であり、好ましくは2~1, 5.00当量、より好ましくは10~1, 0.00当量である。ルイス酸の使用量がクロム化合物1モルに対して2、0.00当量を超える場合には触媒活性が増加せず経済的に好ましくない。

【0014】本発明で使用されるクロム化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、下記一般式(2)

CrA_mB_n (2)

(式中、mは1~6の整数であり、nは0~4の整数である。Aは炭素数1~20のアルキル基、アルコキシ基、カルボキシル基、β-ジケトナート基、β-ケトエステル基及びアミド基、ハロゲン原子、硝酸基、硫酸基並びに酸素からなる群より選ばれた1種以上を表し、B

4

は窒素含有化合物、リン含有化合物、ヒ素含有化合物、アンチモン含有化合物、酸素含有化合物及び硫黄含有化合物からなる群より選ばれた1種以上を表す)で示される化合物が好適なものとして用いられる。

【0015】炭素数1~20のアルキル基としては、特に限定するものではないが、例えば、メチル基、エチル基、ブチル基、アシル基又はトリメチルシリルメチル基等が挙げられる。炭素数1~20のアルコキシ基としては、特に限定するものではないが、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基又はブトキシ基等が挙げられる。炭素数1~20のカルボキシル基としては、特に限定するものではないが、例えば、アセチル基、プロピオンナート基、ブチレート基、ネオペンタノエート基、2-エチルヘキサノエート基、オキシ2-エチルヘキサノエート基、ジクロロエチルヘキサノエート基、ラウレート基、ステアレート基、ベンゾエート基、又はナフチノエート基等が挙げられる。炭素数1~20のβ-ジケトナート基としては、特に限定するものではないが、例えば、アセチルアセトナート基、トリフルオロアセチルアセトナート基、ヘキサフルオロアセチルアセトナート基、2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-ヘプタジオンナート基、ベンゾイルアセトナート基等が挙げられる。ハロゲン原子としては、特に限定するものではないが、例えば、フッ素、塩素、臭素又はヨウ素が挙げられる。

【0016】窒素含有化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、アミン、ピリジン、アミド又はニトリル等が挙げられる。リン含有化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、ホスフィン、ホスファイト又はホスフィンオキシド等が挙げられ、酸素含有化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、エステル、エーテル、アルコール又はケトン等が挙げられる。硫黄含有化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、二硫化炭素、スルホン、チオフェン又はスルフィド等が挙げられる。

【0017】上記一般式(2)で表されるクロム化合物としては、特に限定するものではないが、例えば、クロム(II)ジメチル、クロム(III)トリメチル、クロム(IV)テトラメチル、クロム(III)トリス(η-アリル)、ニクロム(III)テトラキス(η-アリル)、クロム(IV)テトラキス(トリメチルシリルメチル)、クロム(IV)テトラエチル、クロム(IV)テトラキス(iso-プロポキシド)、クロム(IV)テトラキス(tert-ブトキシド)、クロム(III)ビス(アセテート)、クロム(III)トリス(アセテート)、クロム(III)ビス(プロピオナート)、クロム(III)トリス(プロピオナート)、クロム(III)トリス(ブチレート)、クロム(III)ビス(2-エチルヘキサノエート)、クロム(III)トリス(2-エチルヘキサノエート)、クロム(III)

6

【0020】本発明において使用されるアルキル金属化合物は、特に限定するものではないが、例えば、下記一般式(3)

【0022】アルコキシ基としては、特に限定するものではないが、例えば、メトキシ基、エトキシ基、ブトキシ基又はフェノキシ基等が挙げられる。アリール基としては、特に限定するものではないが、例えば、フェニル基等が挙げられる。ハロゲン原子としては、特に限定するものではないが、フッ素、塩素、臭素、又はヨウ素等が挙げられる。

[O 2 0 4] 配一般式(3)で示されるアルキル金属化合物としては、例えばn-ブチルリチウム、s-ブチルリチウム、t-ブチルリチウム、ジエチルマグネシウム、メチルセレン、ジエチル亜鉛、トリエチルボラン、トリメチルアルミニウム、ニウム、トリエチルアルミニウム、トイソブチルアルミニウム、トリn-ヘキシルアルミニウム、トリn-オクタールミニウム、トリクロロケシルアルミニウム、ジメチルチラルミニウム、ジエチルアルミニウム、ニウムとトリド、ジイソブチルアルミニウムとトリド、ジエチルアルミニウムエトキシド、ジエチルアルミニウムフェノキシド、ジクロロケシルフェニルアルミニウム、フェニルアルミニウムエトキシクロリド、ジエチルアルミニウムクロリド、ジエチルアルミニウムプロピド、ジイソブチルアルミニウムクロリド、ジクロロヘキシルアルミニウムクロリド、エチルアルミニウムセスクロリド、トリエチルアルミニウムジヨドリ、イソブチル

50

7

ミニウムジクロリドが挙げられる。これらのうち入手の容易さ及び活性の面からトリメチルアルミニウムやトリエチルアルミニウムが好ましく用いられる。これらのアルキル金属化合物は単独で使用するのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。

【0025】アルキル金属化合物の使用量は、クロム化合物1モルに対して0.1～10.000当量であり、好ましくは3～3.000当量、より好ましくは10～1.000当量である。

【0026】本発明のオレフィンの低重合反応用触媒は、前記のクロム化合物、アルキル金属化合物及びルイス酸を原料として、溶媒中で接触させることにより調製できる。接触方法は特に制限されないが、例えば、低重合反応原料であるオレフィンの存在下にクロム化合物、アルキル金属化合物及びルイス酸を接触させて触媒を調製し、接触と同時に低重合反応を開始する方法、又はクロム化合物、アルキル金属化合物及びルイス酸を前もって接触させて触媒を調製した後、オレフィンと接触させて低重合反応を行う方法が採られる。

【0027】これらのうち触媒活性の面から特に前者が好ましく、具体的には(1)クロム化合物、アルキル金属化合物、ルイス酸及びオレフィンをそれぞれ同時に独立に反応系を導入する、(2)アルキル金属化合物及びルイス酸を含む溶液にクロム化合物及びオレフィンを導入する、(3)クロム化合物を含む溶液にアルキル金属化合物、ルイス酸及びオレフィンを導入する、(4)アルキル金属化合物を含む溶液にクロム化合物、ルイス酸及びオレフィンを導入する、(5)クロム化合物及びルイス酸を含む溶液にアルキル金属化合物及びオレフィンを導入する、といった方法により触媒を調製することができる。なお、これらの原料の混合順序は特に制限はされない。

【0028】この触媒系を調製する際、クロム化合物の濃度は特に制限されないが、通常溶媒1リットルあたり、0.001マイクロモル～10モル、好ましくは0.01マイクロモル～1モルの濃度で使用される。またここで用いられる溶媒としては、例えば、ブタン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン等の脂肪族炭化水素、シクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、シクロオクタン、デカリン等の脂環式炭化水素、及び塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素、ジクロロエタン等の塩素化炭化水素が挙げられる。また反応原料のオレフィンそのもの、又は反応生成物、例えば、1-ヘキセン、オクテン、デセン、ドデセン等を溶媒として用いることもできる。これらの溶媒はそれぞれ単独で使用するのみならず、二種以上を混合して用いることも可能である。ここで、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、クメン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン等の芳香族炭化水素は、触媒系の活性を阻害することからあまり好ましくな

8

いが、低重合反応に差し支えない程度に含まれていてもよい。

【0029】また、クロム化合物、アルキル金属化合物及びルイス酸を接触させる際の温度は通常-100～250℃、好ましくは0～200℃である。触媒系の調製時間は特に制限されず、0分～24時間、好ましくは0分～2時間である。なお、触媒調製のすべての操作は、空気と水分を避けて行うことが望ましい。また、触媒調製原料及び溶媒は十分に乾燥しておくことが好ましい。

【0030】このようにして調製された触媒系を用いてオレフィンの低重合反応を行なう。本発明においてクロム触媒の使用量は特に制限されないが、通常、前記溶媒で希釈し、低重合反応液1リットルあたり、クロム化合物が0.001マイクロモル～10ミリモル、好ましくは0.01マイクロモル～5ミリモルの濃度で使用される。これより小さい触媒濃度では十分な活性が得られず、逆にこれより大きい触媒濃度では、触媒活性が増えず経済的でない。

【0031】本発明において用いられるオレフィンとしては、特に限定するものではないが、例えば、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、1-ヘプテン、1-オクテン、1-ノネン、1-デセン等のα-オレフィン類、2-ブテン、2-ペンテン、2-ヘキセン、3-ヘキセン、2-オクテン、3-オクテン、4-オクテン等の内部オレフィン類、イソブチレン、3-メチル-1-ブテン、4-メチル-1-ペンテン、2-エチル-1-ヘキセン等の分岐オレフィン類、及び1,3-ブタジエン、イソプレン、1,4-ペンタジエン、1,5-ヘキサジエン等のジオレフィン類等が挙げられる。これらのうちα-オレフィン類が好適であり、特にエチレンを低重合した場合、高活性で1-ヘキセンを得ることができる。

【0032】本発明における低重合反応の温度は、通常-100～250℃であるが、好ましくは0～200℃である。反応圧力は、絶対圧で0～300kg/cm²であり、好ましくは0～150kg/cm²である。また、反応時間は温度や圧力に左右され、一概に決めることはできないが、通常、10分～6時間である。また、オレフィンは、前記の圧力を保つように連続的に供給してもよいし、反応開始時に前記圧力で封入して反応させてもよい。原料ガスであるオレフィンには、反応に不活性なガス、例えば窒素、アルゴン、ヘリウム等が含まれても何ら差し支えない。なお、低重合反応のすべての操作は、空気と水分を避けて行うことが望ましい。また、オレフィンは十分に乾燥しておくことが好ましい。

【0033】本反応は、回分式、半連続式、連続式いずれでも実施できる。低重合反応終了後、未反応エチレンが分離され、次いで反応液に例えば、水、アルコール、水酸化ナトリウム水溶液等の重合失活剤を添加して

9

反応を停止させる。失活した灰クロム触媒は公知の脱灰処理方法、例えば、水又はアルカリ水溶液による抽出等で除去した後、生成したオレフィンは、公知の抽出法や蒸留法により反応液より分離される。また、副生するポリマーは、反応液出口で公知の遠心分離法や生成オレフィンの蒸留分離の際の残渣として分離除去される。

【0034】

【実施例】以下に、本発明を実施例を用いて更に詳細に説明するが、これらの実施例は本発明の概要を示すもので、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

実施例1

温度計、触媒フィード管及び攪拌装置を備えた内容積300mlのステンレス製耐圧反応容器を90℃で加熱真空乾燥したのち窒素ガスで十分置換した。0.16mol/lのトリエチルアルミニウム/シクロヘキサン溶液1.9ml、0.036mol/lのトリス（ペンタフルオロフェニル）ボロン/オクタン（エクソン社製炭化水素、商品名Isopar-E）溶液5.6mlと乾燥したシクロヘキサン90mlを反応容器側面に仕込み、エチレンで十分置換した。一方、触媒フィード管に0. *

10

*18mmol/lのクロム（111）トリス（2-エチルヘキサノエート）/シクロヘキサン溶液2.2mlを仕込んだ。

【0035】反応容器を120℃に加熱し、攪拌速度を1,000rpmに調整後、触媒フィード管にエチレンを導入し、エチレン圧によりクロム化合物が反応容器側面に導入され、エチレンの低重合を開始した。反応容器内の絶対圧力を40kg/cm²となるようにエチレンガスを吹き込み、以後、前記圧力を維持するように導入し続け、これらの反応条件を保った状態で30分反応を行なった。30分後、反応容器中に水酸化ナトリウム水溶液を窒素で圧入することによって触媒を失活させて反応を停止した。

【0036】反応容器を室温まで冷却し、次いで脱圧した。反応液及び回収した気体中に含まれる生成物をガスクロマトグラフィーにより分析した。また、反応液に含まれる固体分をろ紙を用いてろ別し、これを真空乾燥、減圧下で乾燥（1mmHg、100℃）してその重量を測定した。結果を表1に示す。

【0037】

【表1】

| | | 実施例1 | 比較例1 |
|-----------|--------------------|------------------|------------------|
| 触媒系 | | | |
| Cr化合物 | mmol | Cr(2-EH)3 0.4 | Cr(2-EH)3 0.4 |
| 金属アルキル化合物 | mmol | Et3Al 0.3 | Et3Al 0.3 |
| ルイス酸 | mmol | B(C6F5)3 0.2 | - |
| 溶媒 | ml | シクロヘキサン 100 | シクロヘキサン 100 |
| 反応条件 | | | |
| 反応温度 | ℃ | 120 | 120 |
| エチレン圧 | kg/cm ² | 40 | 40 |
| 反応圧力 | kg/cm ² | 40 | 40 |
| 反応時間 | 分 | 30 | 30 |
| 結果 | | | |
| 触媒活性 | kg-1ヘキセン/g-Cr・時間 | 259 | 0 |
| 液体 | wt% | 56.5 | 0.0 |
| 固体(P.E.) | wt% | 43.5 | 100.0 |
| 液体中の | wt% | | |
| 生成物分布 | | | |
| C4 | 1.1 | - | |
| C6 | 75.7 | - | |
| C8 | 2.7 | - | |
| C10 | 3.5 | - | |
| C12+ | 16.9 | - | |
| C6重合度 | wt% | 96.2 | - |

(注) Cr(2-EH)3：クロム（III）トリス（2-エチルヘキサノエート）、
C4：ブタン、C6：ヘキセン、C8：オクタン、C10：デセン、C12+：
ドセン以上の高炭化水素、P.E.：ポリエチレン、C6重合度=（1-ヘキ
セン/全ヘキセン）×100

【0038】比較例1

50 実施例1において、トリス（ペンタフルオロフェニル）

11

ボロンを添加しなかったこと以外、実施例1と同様に
して反応を行なった。結果を表1にあわせて示すが、1-
ヘキセンは生成せず、生成物はすべてポリマーであっ
た。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、クロム化合物、アルキ

12

ル金属化合物及び特定のルイス酸からなる触媒を用いて
オレフィンの低重合反応を行うと非常に高い活性で低重
合反応を行うことができる。特に原料オレフィンとして
エチレンを用いる場合にはLLDPEの原料モノマー
として有用な1-ヘキセンを効率よく製造することがで
きる。